

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 04 363.2

Anmeldetag: 03. Februar 2003

Anmelder/Inhaber: Tesat-Spacekom GmbH & Co KG,
71522 Backnang/DE


Bezeichnung: Anordnung für Eingangsmultiplexer

IPC: H 04 J, H 01 P, H 03 H

Best Available Copy

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag


Präsident

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



TESAT-SPACECOM, 71522 Backnang

Anordnung für Eingangsmultiplexer

Die Erfindung geht aus von einem Eingangsmultiplexer (IMUX) nach der Gattung des Hauptanspruchs. Dieser Eingangsmultiplexer spaltet ein breites Frequenzband in eine Reihe schmaler Frequenzbänder auf. Dies erfolgt durch eine Filterung jedes Frequenzkanals mit einem Bandpassfilter. Die Filter haben jeweils einen Ein- und einen Ausgang und müssen geeignet miteinander verbunden werden.

W Stand der Technik

Die Bandpassfilter müssen strenge Anforderungen bezüglich sowohl Amplituden- als auch Phasengang erfüllen. Innerhalb des Durchlassbands des Bandpassfilters ist die Variation in der Phase bzw. Laufzeit zu minimieren, und gleichzeitig müssen die Filter eine hohe Außerbanddämpfung aufweisen. Diese Außerbanddämpfung wird erreicht, in dem Nullstellen der Transmissionsfunktion auf der imaginären Frequenzachse nahe des Durchlassbands gelegt werden.

4

Zusätzliche Maßnahmen sind erforderlich, um die Forderung nach geringer Variation der Gruppenlaufzeit im Durchlassband einzuhalten, hierfür sind im wesentlichen drei verschiedene Ausbildungen Stand der Technik.

In einer ersten Ausbildung ist der Filter selbst minimalphasig, d. h. es hat außer den bereits erwähnten Nullstellen keinerlei weitere Nullstellen in der Transmissionsfunktion, und zusätzlich hat der Filter einen externen Laufzeitentzerrer. Häufig hat der Bandpassfilter die Kreiszahl 8 und der Entzerrer die Kreiszahl 2.

In einer weiteren Ausbildung ist der Filter selbstentzerrend, d. h., dass der Bandpassfilter neben den erwähnten Nullstellen der Transmissionsfunktion noch weitere hat, und zwar solche mit endlichem Realteil, der Filter hat hierbei häufig die Kreiszahl 10 oder 12, wie beispielsweise aus der US 5,608,363 speziell für die Realisierung in der dielektrischen Technologie bekannt.

Bei der dritten Ausbildung ist der Bandpassfilter selbst ebenfalls selbstentzerrend wie eben beschrieben, zusätzlich ist jedoch ein externer Laufzeitentzerrer angefügt. Hierbei hat der Filter häufig die Kreiszahl 10 oder 12 und der Entzerrer die Kreiszahl 1 oder 2. Eine solche Ausbildung wird beispielsweise in der US 5,739,733 beschrieben, bei der die elektrischen Eigenschaften des selbstentzerrenden Filters durch zusätzliche externe Laufzeitentzerrer verbessert werden, indem er eine Schräglage in der Gruppenlaufzeit ausgleicht.

Die Anordnung, mit der die Bandpassfilter miteinander verkoppelt werden, besteht häufig darin, dass zuerst der Signaleingang mittels eines Hybridkopplers oder eines Leistungsteilers in zwei gleiche

Anteile aufgespaltet wird, also jeder Anteil noch mit dem halben Signalpegel beaufschlagt ist. Jeder der beiden Signalpfade wird weiterverarbeitet, indem das Signal je über eine Zirkulorkette an die Bandpassfilter geführt wird. Ist dabei die Anzahl der Bandpassfilter gleich n und sind die Bandpassfilter in aufsteigender Reihenfolge ihrer Mittenfrequenz durchnummeriert mit 1, 2, 3, ..., n , so verbindet jeder der beiden Zirkulorketten die jeweils übernächsten Nachbarn, das heißt, die eine Zirkulorkette verbindet die Bandpassfilter 1, 3, 5, ..., $n-1$, und die andere Zirkulorkette die Bandpassfilter 2, 4, 6, ..., n (falls n gerade; falls n ungerade enthalten die beiden Zirkulorketten die Bandpassfilter 1, 3, ..., n bzw. 2, 4, ..., $n-1$). Eine solche Anordnung heißt non-contiguous, da jede Zirkulorkette nur Bandpassfilter verkoppelt, die mit ihren Bandgrenzen im Frequenzraum nicht unmittelbar nebeneinander liegen.

Nachteilig bei diesen Anordnungen ist, dass Zirkulatoren ihre elektrischen Eigenschaften als Funktion der Temperatur ändern, und in der Gesamtanordnung wird der Zirkulator oft das beschränkende Element für den Temperaturbereich, in dem die Gesamtanordnung noch die geforderten Eigenschaften aufweist. Das Hochfrequenzsignal erfährt beim Durchgang durch einen Zirkulator beträchtliche Hochfrequenzverluste. Zudem sind die einzelnen Signalausgänge bei einem IMUX mit Zirkulorkette unterschiedlich gedämpft, da das Signal vor Passieren der Bandpassfilter eine unterschiedliche Anzahl von Zirkulatordurchläufen erfahren hat. Dieser Effekt ist unerwünscht. Zirkulatoren enthalten weiterhin magnetische und ferritische Materialien, die eine beträchtliche Dichte haben, weshalb Zirkulatoren einen erheblichen Beitrag zur Gesamtmasse des IMUX liefern. Außerdem werden diese magnetischen und ferritischen Materialien nur in den Zirkulatoren

genutzt, sie erfordern Aufbau- und Verbindungstechniken, die ebenfalls nur im Zirkulator zum Einsatz kommen. Damit ist ein erheblicher Aufwand beim Zusammenbau und beim Test erforderlich. Zudem wird die Zuverlässigkeit der Gesamtanordnung von den Zirkulatoren beeinträchtigt und sie tragen erheblich zum Preis des Imux bei.

Gebrauchlich sind auch Anordnungen, bei denen durch Hybridkoppler oder Leistungsteiler der Signaleingang nicht nur in zwei, sondern mehr Zweige aufgespalten wird, die dann jeweils wieder in Zirkulatorketten münden. Schließlich ist es auch möglich, die Aufteilung des Signaleingangs in die Bandpassfilter ausschließlich durch Hybridkoppler oder Leistungsteiler vorzunehmen. Diese verursachen eine nachteilige Signaldämpfung von 3 dB und haben zusätzlich nachteilig Masse und Volumen.

Die seither beschriebenen Anordnungen zur Verkopplung der Bandpassfilter werden im Gerät IMUX genutzt. Zum Verständnis der Erfindung muss aber auch ein weiteres Gerät betrachtet werden, der OMUX. Dieser ist ähnlich dem IMUX, indem er nicht ein breites Frequenzband in eine Reihe schmalerer Frequenzkanäle zusammenführt, sondern indem er umgekehrt eine Reihe schmalerer Frequenzkanäle in ein breites Frequenzband zusammenfasst. Er ist aber deutlich verschieden vom IMUX, da er Signale sehr viel höherer Leistung verarbeiten muss (im OMUX rund 100 W pro Frequenzkanal, im IMUX rund 1 mW pro Frequenzkanal) und deshalb die Minimierung von Verlusten oberstes Entwurfsziel ist. Einfacher beim OMUX im Vergleich zum IMUX ist, dass die einzelnen Bandpassfilter nur weniger strengen Anforderungen genügen müssen, die im allgemeinen mit Filtern niedriger Kreiszahl (4 oder 5) eingehalten werden können; insbesondere müssen i.d.R.

keine Maßnahmen getroffen werden, um einen flachen Verlauf der Gruppenlaufzeit innerhalb des Durchlassbands zu erreichen. Zur Erreichung von niedrigen Verlusten werden beim OMUX die einzelnen Bandpassfilter mit einer Sammelschiene kombiniert, wie in der US 4,614,920 beschrieben. Diese besteht ausschließlich aus Leitungsstücken geeigneter Länge und weist deshalb nur sehr niedrige Verluste auf. Die Sammelschiene kombiniert Bandpassfilter, die im Frequenzraum unmittelbar benachbart sind, weshalb die Anordnung contiguous heißt.

Die Erfindung und ihre Vorteile

Der erfindungsgemäße Eingangsmultiplexer mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, dass hochkreisige Bandpassfilter, die gleichzeitig strengen Anforderungen an die Flankensteilheit und an geringe Variation der Gruppenlaufzeit innerhalb des Durchlassbands genügen, mittels einer verlustarmen Sammelschiene bestehend ausschließlich aus Leitungsstücken optimierter Länge zu einem IMUX verbunden werden. Dabei haben die Bandpassfilter Nullstellen in der Transmissionsfunktion auf der imaginären Frequenzachse nahe des Durchlassbands zur Verbesserung der Flankensteilheit, und zusätzlich zur Laufzeitentzerrung entweder einen externen Laufzeitenzerror oder weitere Nullstellen in der Transmissionsfunktion mit endlichem Realteil oder eine Kombination hiervon.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung verbindet die Sammelschiene Bandpassfilter, die im Frequenzraum nicht unmittelbar benachbart sind (non-contiguous).

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung verbindet die Sammelschiene Bandpassfilter, die im Frequenzraum unmittelbar benachbart sind (contiguous).

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Erfindung in beiden Ausgestaltungen in verschiedenen Technologien realisiert. Insbesondere sind dies die Hohlleitertechnik, koaxiale Technik, dielektrische Technik und planare Technik, letztere insbesondere in Verbindung mit supraleitenden Materialien. Die einzelnen Bandpassfilter und die Sammelschienen können in unterschiedlichen Technologien realisiert sein.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird in beiden Ausgestaltungen die Geometrie combline oder heringbone realisiert, d. h. die Bandpassfilter sind alle auf einer Seite der Sammelschiene montiert oder je zur Hälfte auf einer und auf der gegenüberliegenden Seite, damit je nach konkreter Anwendung der zur Verfügung stehende Platz optimal genutzt wird.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden in beiden Ausgestaltungen die Bandpassfilter im single mode, dual mode, triple mode oder quadrupel mode betrieben. Beliebige Kombinationen hiervon sind möglich.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die Filter betreffend ihrer Mittenfrequenz in beliebiger Reihenfolge mit der Sammelschiene verbunden.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung enthält die Anordnung Vorrichtungen zum Abgleich der Filter und / oder der Sammelschiene.

B

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen zu entnehmen.

Zeichnung

Fig. 1 zeigt hochkreisige IMUX-Filter, die über zwei Sammelschienen verbunden sind, mit einem Hybridkoppler.

Fig. 2 zeigt hochkreisige IMUX-Filter, die mit einer verlustarmen Sammelschiene verbunden sind.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Wie in Fig. 1 dargestellt, gibt es eine verlustarme Sammelschiene 1, die die Bandpassfilter 1, 3, ..., (n-1) verbindet, und eine weitere für die restlichen Filter 2, 4, ..., n. Die hochkreisigen IMUX-Bandpassfilter sind über diese beiden Sammelschienen 1 je non-contiguous verbunden, die beiden Sammelschienen werden über einen Hybridkoppler 2 zum Gesamtgerät IMUX verbunden. Unten angrenzend ist die identische Hälfte für f_2 , f_4 , ..., f_n denkbar.

Wie in Fig. 2 dargestellt, verbindet eine verlustarme Sammelschiene 1 die im Frequenzraum unmittelbar benachbart liegenden hochkreisigen IMUX-Bandpassfilter 1, 2, ..., n miteinander.

P 5268
03.02.2003 My/ld

8

Alle in der Beschreibung, den nachfolgenden Ansprüchen und der Zeichnung dargestellten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

P 5268
03.02.2003 My/ld

1

TESAT - SPACECOM, 71501 Backnang

Anordnung für Eingangsmultiplexer

Ansprüche:

1. Eingangsmultiplexer (IMUX) zur Aufspaltung eines breiten Frequenzbandes in eine Reihe schmalerer Frequenzkanäle mittels eines Bandpassfilters je Frequenzkanal, jeder Filter mit einem Eingang und einem Ausgang, dadurch gekennzeichnet, dass hochkreisige Bandpassfilter mit einer Kreiszahl > 6 und mit Nullstellen in der Transmissionsfunktion auf der imaginären Frequenzachse nahe des Durchlassbands zur Verbesserung der Flankensteilheit und geringer Variation der Gruppenlaufzeit innerhalb des Durchlassbands, erzielt durch einen externen Laufzeitentzerrer oder weiteren Nullstellen in der Transmissionsfunktion mit endlichem Realteil oder eine Kombination hiervon haben, mit jedem dieser Eingänge an eine verlustarme Sammelschiene (1), die aus Leitungsstücken optimierter Länge besteht, gekoppelt sind.

P 5268
03.02.2003 My/ld

2

2. Eingangsmultiplexer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sammelschiene (1) Bandpassfilter non-contiguous verbindet.
3. Eingangsmultiplexer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sammelschiene (1) Bandpassfilter contiguous verbindet.
4. Eingangsmultiplexer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bandpassfilter und die Sammelschiene (1) in der Hohlleitertechnik, koaxialen Technik, dielektrischen Technik und /oder der planaren Technik ausgebildet sind.
5. Eingangsmultiplexer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Geometrie der verlustarme Sammelschiene (1) combline oder heringbone ist.
6. Eingangsmultiplexer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bandpassfilter aus Resonatoren im single mode, dual mode, triple mode und / oder im quadrupel mode bestehen.
7. Eingangsmultiplexer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Filter betreffend ihrer Mittenfrequenz in beliebiger Reihenfolge mit der Sammelschiene (1) verbunden sind.
8. Eingangsmultiplexer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Vorrichtungen

P 5268
03.02.2003 My/ld

3

zum Abgleich der Bandpassfilter und / oder der Sammelschiene vorhanden sind.

9. Multiplexer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Multiplexer über Hybridkoppler und / oder Leistungsteiler verbunden sind.
10. Multiplexer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gesamtanordnung der Multiplexer alle Kanäle eines IMUX abdeckt.
11. Multiplexer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Filterfunktionen symmetrisch oder asymmetrisch sind

TESAT-SPACECOM, 71522 Backnang

Anordnung für Eingangsmultiplexer

Es wird ein Eingangsmultiplexer vorgeschlagen, bei dem hochkreisige Bandpassfilter mittels einer verlustarmen Sammelschiene 1 aus Leitungsstücken optimierter Länge zu einem IMUX verbunden werden.

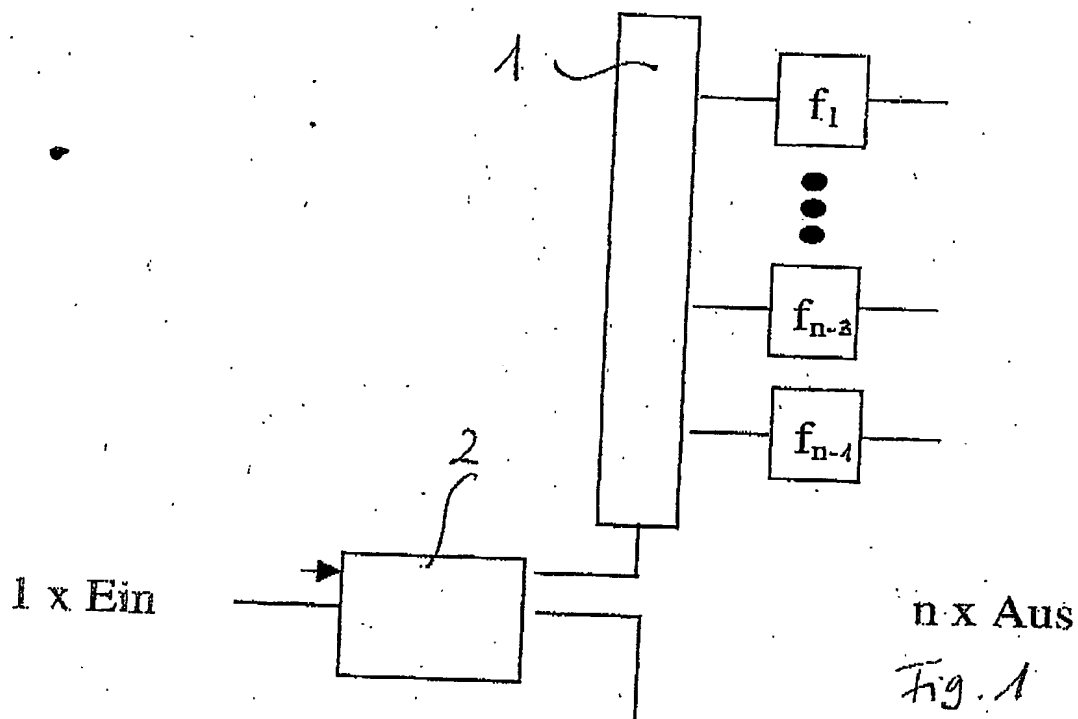


Fig. 1

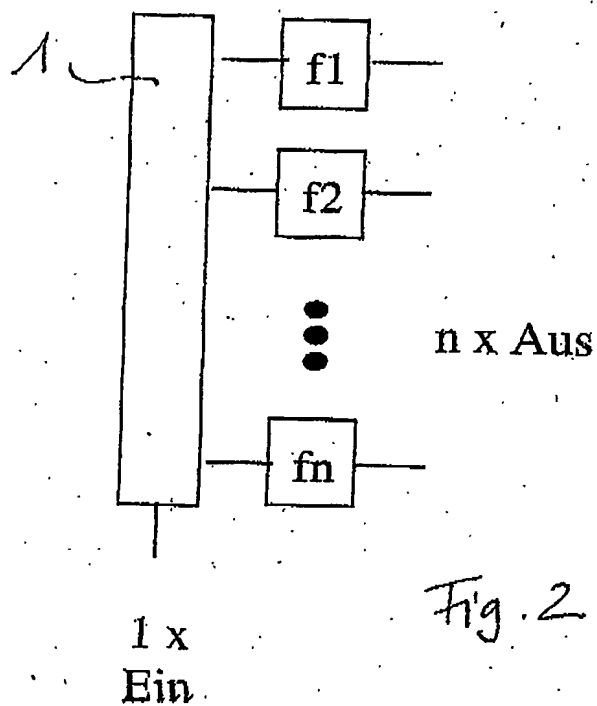


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.